

ずれ止めを変数とした合成版のせん断破壊実験

Shear Failure Test of Steel-Concrete Composite Slab with Variable of Shear Connector

北海道大学工学部環境社会工学科 ○学生員 黒澤太一 (Taichi Kurosawa)
北海道大学大学院工学研究院 正員 古内 仁 (Hitoshi Furuuchi)
山梨大学医学工学総合研究部 正員 高橋良輔 (Ryosuke Takahashi)

1. はじめに

鋼コンクリート合成版は、適切なずれ止めを配置することにより鋼板とコンクリートの一体性を確保すれば部材剛性を大きくすることができ、鉄筋コンクリート版に比べて版厚を小さくすることが可能である。また、施工時においても、鋼板が型枠の役割を兼ねることから省力化、コストダウンにつながり、ライフサイクルコストも削減できるといった利点を有している。従来、合成版は道路橋床版によく採用されているが、上記のような理由から様々な土木構造物への適用が期待できる。そこで、版厚を小さくした際に生じる問題の1つが、局所的な集中荷重を受ける際に生じる押し抜きせん断破壊である。

本研究では、比較的単純な形状のずれ止めであるスタッドジベルを用いた合成版を対象として載荷実験を行った。実験の主要パラメータはずれ止めの配置間隔として、高さの影響を排除するためにスタッドの頭のみあるいはスタッド高さの小さい供試体を用意した。

2. 実験概要

本研究で用いた供試体の形状寸法の1例（供試体 No.4）を図－1 に表す。

供試体はずれ止めとしてスタッドジベルを引張補強鋼板に配置したもので、幅 150mm、全長 1200mm（支間長 900mm）および有効高さ 150mm はすべて共通とした。供試体は単純支持され、荷重は供試体の中央に鋼版を介して静的に作用させた。

引張補強鋼板には 6mm 厚の一般圧延鋼板（SS400：実降伏強度 366N/mm²）、No.4 にはずれ止めとして軸径 13mm の頭付きスタッド（SS400 相当:実降伏強度 353 N/mm²）のものを溶着し、No.5～No.7 にはスタッドの頭のみをすみ肉溶接で取り付け付けた。コンクリートには、レディミクストコンクリート（早強、呼び強度 24、ス

ランプ 15cm、最大骨材寸法 20mm）を用いた。コンクリート圧縮強度の実測値は、27.5N/mm²である。

供試体数は、表－1 に示すように 4 体用意し、実験変数はスタッドジベルの高さと配置間隔である。なお、引張補強鋼板の部材軸方向にワイヤストレーンゲージを貼り付けた。

3. 実験結果および考察

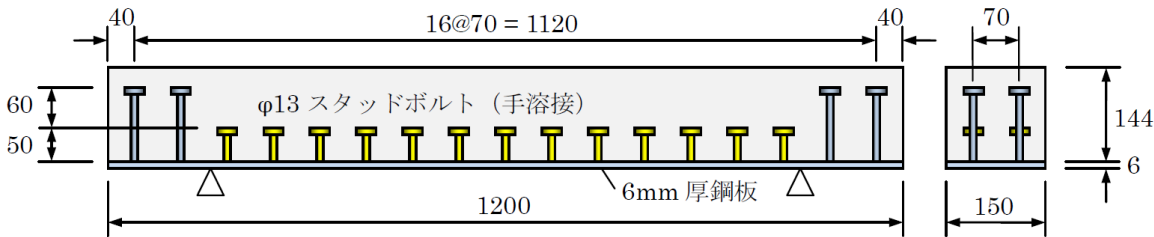
実験結果を表－2 に、各供試体の破壊状況を図－2 に示す。供試体は、すべてせん断破壊した。各供試体の破壊状況を目視で観察したものが図－2 である。この図に見られるように、まず載荷点直下で曲げひび割れが発生し、その後せん断スパン内で斜めせん断ひび割れが発達した。最終的には、斜めひび割れの幅が急激に大きくなると同時に支点付近上部で鉛直方向のひび割れが出現して終局に至った。

表－1 実験変数

供試体	鋼板厚 (mm)	有効高 (mm)	ずれ止め 間隔 (mm)	ずれ止め 高さ (mm)
No.4	6	150	70	50
No.5	6	150	70	22
No.6	6	150	140	22
No.7	6	150	210	22

表－2 実験結果

供試体	圧縮強度 (N/mm ²)	破壊荷重 (kN)	計算値 (kN)	破壊 モード
No.4	27.5	106	74.4	せん断 破壊
No.5		91		
No.6		80		
No.7		88		



図－1 供試体の形状寸法（供試体 No.4）

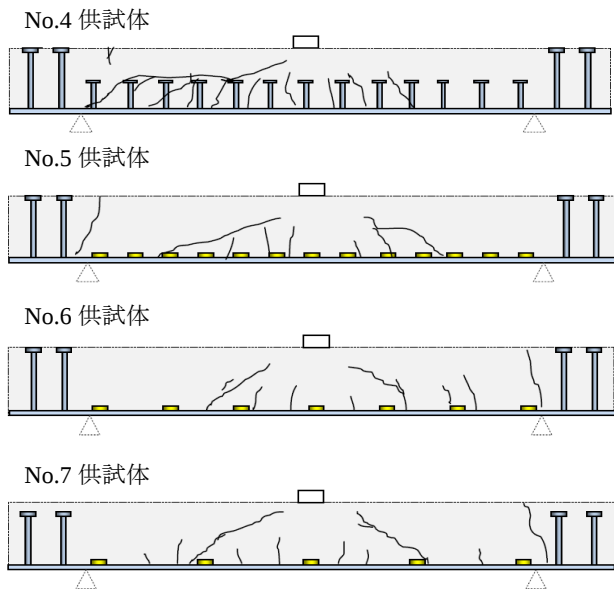


図-2 破壊状況

供試体の破壊荷重は表-2に示すとおりである。また、底鋼板を鉄筋と見なして土木学会コンクリート標準示方書「設計編」¹⁾の鉄筋コンクリート棒部材の設計せん断耐力算定式による計算値もあわせて示した。

供試体 No.5～No.7 では、ずれ止めがスタッド頭のみ（高さ 22mm）でずれ止め間隔を変化させたものである。既往の研究²⁾では、ずれ止め間隔が狭くなるとせん断耐力は向上していたが、本実験の結果では最大荷重はほぼ同程度であった。また、鉄筋コンクリート棒部材のせん断耐力を上回る結果となった。

供試体 No.4 は、ずれ止め間隔 70mm で高さが 50mm であるが、間隔が同じで頭のみでずれ止めを用いた供試体 No.5 と比較すると、せん断耐力が 25kN ほど増加することとなった。これは、供試体 No.4 のひび割れ図に見られるように、最終的な破壊を生じさせるのはずれ止めの頭頂部で水平に発達したひび割れであり、せん断破壊を起こそうとするひび割れがずれ止めを跨ぐ際に、そのせん断補強効果によって耐力を増加させているためと考えられる。

図-3は、各供試体の荷重－変位関係を示したものである。この図に見られるように、同じ荷重の値に対してのたわみはスタッド間隔が狭い順に小さくなっていることがわかる。これは、スタッド間隔が狭くなる分だけ部材の剛性が大きくなっていることを示している。また、No.4 と No.5 を比べると、やはり No.4 の方が剛性が大きくなっているが、頭付きスタッドとしての効果（頭にアンカー効果）によるものと考えられる。

図-3は、荷重がそれぞれ 20kN、50kN、80kN における底鋼板の部材軸方向のひずみ分布を示したものである。この図に見られるように、20kN では滑らかな分布形状をしておりひずみの大きさには大きな差がない。これはずれ止めのみならず、コンクリートと鋼板の摩擦による伝達力が大きいためと考えられる。50kN を超えると、ひび割れがある程度分散して発生していることとずれ止めによるせん断伝達が卓越してくるため、供試体 No.6

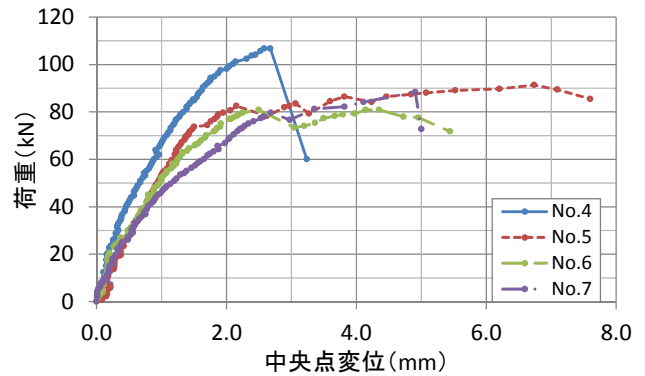
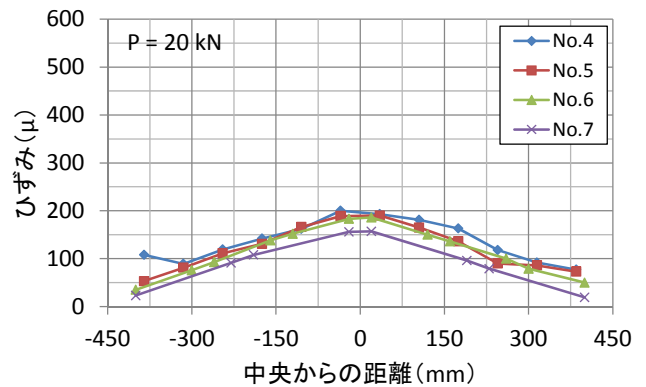
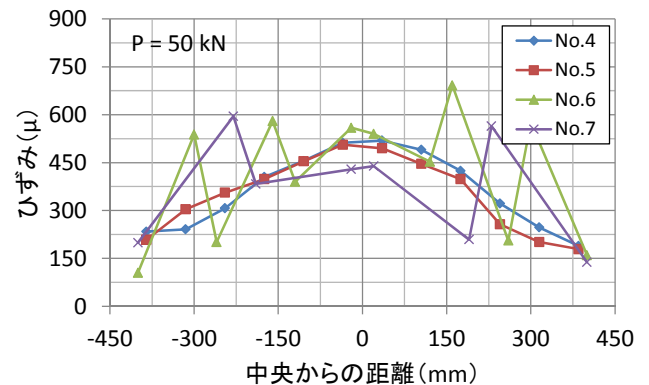


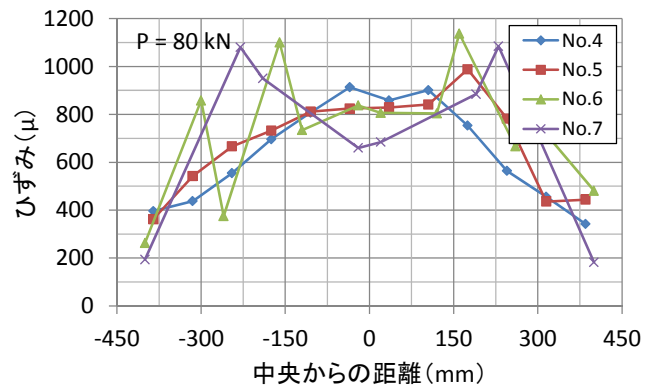
図-3 荷重－たわみ関係



(a) P=20kN のときのひずみ分布



(b) P=50kN のときのひずみ分布



(c) P=80kN のときのひずみ分布

図-4 底鋼板のひずみ分布

と No.7 では、せん断スパン内でのひずみ分布が不連続となっている。

てくるとずれ止めの間隔が狭くなるほど、剛性が大きくなる。

4. まとめ

- 1) スタッドの頭のみをずれ止めとして鋼板に取り付けた供試体において、その間隔を変数として実験を行った結果、最大荷重に大きな差はなかった。
- 2) ずれ止めが同じ配置間隔で高さが異なる場合は、ずれ止めの高さの大きい供試体の方が、せん断耐力は大きくなる。
- 3) 荷重初期においては、ずれ止めの間隔や高さが部材の剛性に及ぼす影響は小さいが、ひび割れが発生し

参考文献

- 1) 2012 年制定コンクリート標準示方書 設計編，土木学会，2012
- 2) 立石晶洋，高橋良輔，古内仁，上田多門：スタッドジベルの高さが合成版の押し抜きせん断破壊に与える影響，第 56 回土木学会年次学術講演会講演概要集，CS，2001